

Pengaruh Model Speciment Uji Tarik Pada Pengelasan Besi Fc-30 Di Lihat Dari Kekuatan Tarik Pengelasan

Mulyadi *

Jurusan Teknik Mesin, Staf Pengajar, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia

Article History: Received: 15 /10/ 2016, Revised: 10 /11/ 2016, Accepted: 17 /12/ 2016

ABSTRAK

Untuk mengetahui sifat logam maupun non logam salah satu pengujian yang digunakan adalah uji tarik. Prinsip dari pengujian ini adalah dengan memberikan beban gaya yang berlawanan arah pada kedua ujung specimen bahan material yang diuji, sehingga kekuatan dari bahan yang diuji dapat diketahui. *Speciment* penelitian ini menggunakan dua macam specimen uji tarik yang sesuai dengan standar internasional yaitu ASTM E 8 dan ASTM E 8M ini sesuai dengan standar Amerika jika di Jepang menggunakan standar JIS 2241, dari pengujian model ini dapat diketahui modulus elastisitas, regangan, reduksi dan tegangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model penampang *speciment* kotak dan model penampang *speciment* bulat dengan luasan penampang yang sama dilihat dari kekuatan tarik masing-masing *speciment*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen perbandingan, yaitu suatu cara untuk membandingkan antara dua indikator specimen yang berbeda model penampang dengan luasan penampang yang sama, untuk mengetahui kekuatan tarik masing-masing specimen . Dari penelitian yang dilakukan menghasilkan kekuatan tarik pada material dasar tertinggi sebesar 781,004Mpa dengan *speciment* bentuk kotak. Kekuatan tarik paling tinggi terjadi pada pengelasan menggunakan elektroda las LB-52 yaitu sebesar 1.193,033 Mpa penampang *speciment* kotak dan elektroda las CIA yang memiliki kekuatan tarik yang hampir sama yaitu sebesar 1.134,002 Mpa penampang specimen kotak. Sedangkan yang paling rendah adalah pengelasan menggunakan elektroda LB-52 yang tanpa dicelup oli dimana hampir sama dengan material dasarnya yaitu sebesar 403,802 Mpa penampang specimen bulat .

Keyword: Uji Tarik, Speciment, Tegangan, Regangan

ABSTRACT

To determine the properties of metals and non-metallic one test used is the tensile test. The principle of this test is to provide a load force in the opposite direction at both ends of the specimens tested materials, so that the strength of the material tested can be known. Speciment this study used two kinds specimen tensile test in accordance with international standards, namely ASTM E 8 and ASTM E 8M is in accordance with American standards if Japan uses standard JIS 2241, of testing this model can be known modulus of elasticity, strain, reduction and voltage. The purpose of this study was to determine the effect specimen box cross-section models and models specimen round cross-section with an area of the same cross-sectional views of the tensile strength of each specimen. The method used is an experimental method of comparison, is a way to compare between two different indicators specimen sectional models with the same cross-sectional area, to determine the tensile strength of each specimen. From research conducted to produce the tensile strength of the base material with a high of 781,004Mpa specimen box shape. The highest tensile strength occurs in welding using welding electrodes LB-52 is equal to 1193.033 MPa sectional specimen boxes and welding electrodes CIA has a tensile strength that is almost the same cross-section that is equal to 1134.002 MPa specimen box. While the lowest is the welding electrode LB-52 without dyed oil which is almost equal to the basic material in the amount of 403.802 Mpa specimen round cross-section.

Keyword: Tensile Test, speciment, Stress, Strain

*Corresponding author.

E-mail address: mulyadi@umsida.ac.id, Telp. (+62) 82141994307

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



Mulyadi, menerima gelar master teknik pada tahun 2014 dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya di bawah pengawasan Prof. Dr.-Ing. I Made Londen Batan, M.Eng. Dia bekerja sebagai seorang pengajar di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Pada tahun 2015, ia aktif membimbing mahasiswa dalam mengerjakan tugas akhir yang khususnya dalam bidang manufaktur,

pada tahun 2016 mendapatkan dana penelitian dan abdimas dari dikti dalam bidang yang sama.

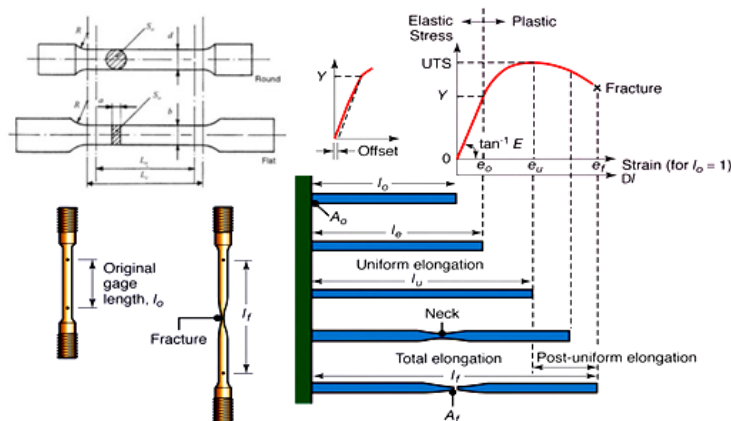
PENDAHULUAN

Untuk mengetahui sifat mekanik logam maupun non logam salah satu pengujian yang digunakan adalah uji tarik. Uji tarik merupakan suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah [1].

Untuk rekayasa teknik dan desain produk, data kekuatan material yang didapatkan dari hasil pengujian tarik sangat penting, pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai

data pendukung bagi spesifikasi bahan, dengan pengujian tarik dapat diukur daya tahan suatu material terhadap gaya statis yang diterima secara perlahan-lahan [2]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model penampang speciment kotak dan model penampang speciment bulat dengan luasan penampang yang sama dilihat dari kekuatan tarik masing-masing speciment.

Salah satu dari pengujian mekanik yang sangat sederhana, mendasar/fundamental, tidak mahal dan telah di standarisasi di seluruh dunia seperti di Jepang JIS 2241 dan di Amerika ASTM E 8 dan ASTM E 8M adalah pengujian tarik (*tensile test*) juga sering disebut sebagai *tension test*, dari pengujian ini dapat mengetahui kekuatan mulur, perpanjangan, reduksi, dan modulus elastisitas dari suatu material. Umumnya uji mekanik material yang dilakukan bertujuan untuk mengukur kekuatan tarik (*tensile strength*) dari suatu bahan dan didaerah plastis [3].



Gambar 1. Model Speciment Standar ASTM E8 dan ASTM E8M

Spesimen pengujian tarik dimensi penampang kotak dan dimensi penampang bulat ditunjukkan pada gambar 1 di atas. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material besi cor kelabu FC-30 dengan speciment dimensi penampang kotak dan dimensi penampang bulat sebagai model speciment uji dalam penelitian ini. Pengujian tarik pada umumnya menghasilkan parameter kekuatan tarik (*ultimate strength*) maupun luluh (*yield strength*). Keuletan bahan biasanya disajikan dalam bentuk persentase perpanjangan dan kontraksi/ reduksi penampang (*reduction of area*). Ini adalah kurva standar ketika melakukan eksperimen uji tarik dimana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) selalu tetap, kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini disingkat kurva SS (*SS curve*). Persamaan hubungan antara tegangan dan regangan dapat dirumuskan sebagai berikut [4],[5]:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (1)$$

Dimana:

E = Modulus Elastisitas (N/mm²) atau (MPa)
 σ = Tegangan Tarik (N/mm²) atau (MPa)
 ϵ = Regangan (%)

Untuk hasil uji tarik pada material uji yang tidak memiliki daerah linier dan *landing* yang jelas, tegangan luluh didefinisikan sebagai tegangan yang memiliki regangan permanen sebesar 0.2%, regangan ini bisa disebut sebagai *offset-strain*. Hubungan sifat-sifat material yang diperoleh dari pengujian tarik dapat dirumuskan sebagai berikut [4],[5]:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0} \quad (2)$$

Dimana:

σ_u = Tegangan tarik (N/mm²) atau (MPa)
 F_u = Gaya tarik maksimum (N)
 A_0 = Luas penampang awal spesimen (mm²)

Hubungan persamaan regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (ΔL) dengan panjang

ukuran awal spesimen dirumuskan sebagai berikut [4],[5]:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana:

ε = Regangan (%)

L = Panjang akhir setelah patah (mm)

L_0 = Panjang awal spesimen (mm)

Gaya beban tarik yang diberikan secara terus-menerus dengan menambahkan beban, sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada penampang benda berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan berakibat patahnya material uji. Persamaan persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan hubungan sebagai berikut [4],[5]:

$$Ra = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana:

Ra = Reduksi Penampang (%)

A_0 = Luas penampang awal spesimen (mm²)

A_1 = Luas penampang akhir setelah patah (mm²)

Sebelum patah material uji saat dilakukan uji tarik akan mengalami tegangan elastis sampai mencapai titik luluh hingga mengalami perpatahan, hubungan

tegangan elastis ini dapat rumuskan sebagai berikut [4],[5]:

$$\sigma_y = \frac{Fe}{A_0} \quad (5)$$

Dimana:

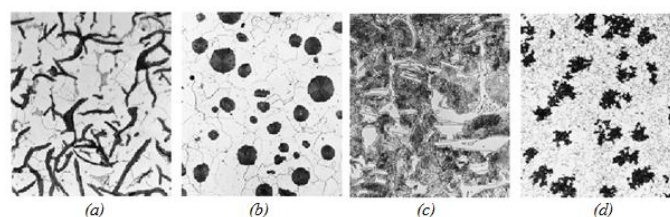
σ_y = Tegangan elastis (N/ mm²) atau (MPa)

Fe = Gaya batas elastis (N)

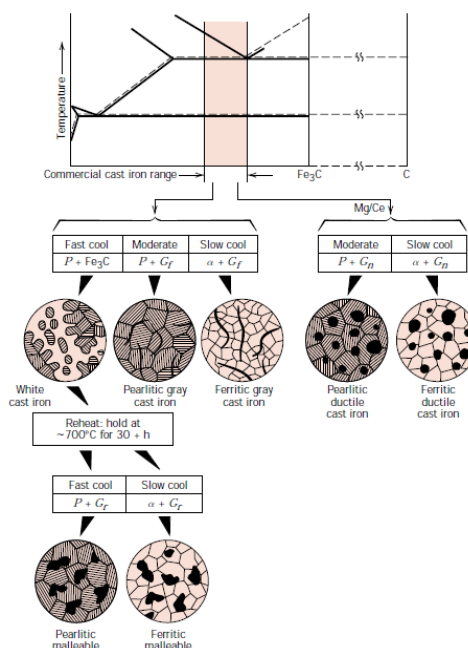
A_0 = Luas penampang awal spesimen (mm²)

Karbon dan silikon merupakan isi kandungan dari besi cor kelabu yang bervariasi antara 2,5 dan 4,0 wt% dan 1,0 dan 3,0 wt%, pada masing-masing unsur. Sebagian besar dari besi cor ini, adalah grafit yang berbentuk serpih, yang biasanya dikelilingi oleh matrik ferit atau perlit. Struktur mikro dari besi abu-abu ditunjukkan pada Gambar 2, serta mempunyai temperatur cor ± 1350 °C, penyusutan yang terjadi berkisar sebesar 0,6 – 1,3 % [4],[6].

Besi cor kelabu terdiri dari paduan besi dan karbon dengan laju pendinginan medium (dengan matrik berupa perlit) dan pendinginan lambat (dengan matrik berupa ferit), skematis struktur mikro akibat perlakuan panas seperti pada gambar 3. Komposisi kimia dan sifat mekanis material disajikan dalam tabel 1 dan 2 [4],[6].



Gambar 2. Struktur Mikro Besi Cor



Gambar 3 Skematis struktur mikro besi cor akibat perlakuan panas

Tabel 1. Menunjukkan, Minimum Sifat Mekanik, Perkiraan Komposisi, dan Aplikasi untuk Berbagai *Gray Iron*, *nodular*, dan *Melleable Iron*

Grade	UNS Number	Composition (wt%)*	Matrix Structure	Mechanical Properties			Typical Applications
				Tensile Strength [MPa (ksi)]	Yield Strength [MPa (ksi)]	Ductility [%EL in 50 mm (2 in.)]	
Gray Iron							
SAE G1800	F10004	3.40–3.7 C, 2.55 Si, 0.7 Mn	Ferrite + Pearlite	124 (18)	—	—	Miscellaneous soft iron castings in which strength is not a primary consideration
SAE G2500	F10005	3.2–3.5 C, 2.20 Si, 0.8 Mn	Ferrite + Pearlite	173 (25)	—	—	Small cylinder blocks, cylinder heads, pistons, clutch plates, transmission cases
SAE G4000	F10008	3.0–3.3 C, 2.0 Si, 0.8 Mn	Pearlite	276 (40)	—	—	Diesel engine castings, liners, cylinders, and pistons
Ductile (Nodular) Iron							
ASTM A536 60-40-18	F32800	3.5–3.8 C, 2.0–2.8 Si, 0.05 Mg, <0.20 Ni, <0.10 Mo	Ferrite	414 (60)	276 (40)	18	Pressure-containing parts such as valve and pump bodies
100-70-03	F34800		Pearlite	689 (100)	483 (70)	3	High-strength gears and machine components
120-90-02	F36200		Tempered martensite	827 (120)	621 (90)	2	Pinions, gears, rollers, slides
Malleable Iron							
32510	F22200	2.3–2.7 C, 1.0–1.75 Si, <0.55 Mn	Ferrite	345 (50)	224 (32)	10	General engineering service at normal and elevated temperatures
45006	—	2.4–2.7 C, 1.25–1.55 Si, <0.55 Mn	Ferrite + Pearlite	448 (65)	310 (45)	6	

Tabel 2. Sifat Mekanis Besi Cor Kelabu

ASTM A 48 class	Uji Tarik	Tegangan Geser	Uji Kekerasan		
	MPa	Ksi	MPa	Ksi	MPa
20	152	22	179	20	152
25	179	26	220	25	179
30	214	31	276	30	214
35	252	36.5	334	35	252
40	293	42.5	393	40	293
50	362	52.5	503	50	362
60	431	62.5	610	60	431

Tabel 3. Karakteristik Elektroda Nikel Untuk Mengelas Besi Cor

E	Analisa kimia (%)			Diameter Elektroda mm	Kuat arus amper	
	Ni	Fe	C		AC	DC
E Nikel	92,9	3,16	1,24	2,5	50 – 70	40-70
				3,2	90 –110	80-100
				4	120-140	100-130
				5	130-160	120-150
E Alloy	53,4	43,6	1,83	2,5	50 – 90	40-80
				3,2	90 –120	80 - 110
				4	120-150	100-140
				5	130-170	120-160

Tabel 4. Kuat Arus Yang Digunakan Pada Kawat Las Hydrogen Rendah

Klasifikasi AWS	Diameter Elektroda (mm)	Kuat Arus Amper
E7015	2.6	55 – 95, 80 – 150
	3.25	110 – 170, 170 – 230
E7016	4	85 – 140, 90 – 160
	5	110 – 180, 170 – 240

Jika dilihat dari sifat mekanisnya, besi cor kelabu mempunyai kekuatan tegangan yang rendah apabila dibandingkan dengan jenis besi cor lain. Ini dikarenakan bentuk mikro strukturnya berupa grafit yang meruncing diujungnya sehingga dapat menyebabkan konsentrasi tegangan pada daerah ujung tersebut. Model bentuk grafit itu menyebabkan besi cor kelabu sulit dilakukan pengelasan, ini disebabkan pada saat logam las membeku yang diiringi dengan penyusutan akan muncul retak di kiri kanan logam las [6].

Pilihan elektroda nikel dapat dipakai dalam segala posisi pengelasan, rigi-rigi las yang dihasilkan elektroda ini pada besi cor sangat baik, rata dan halus jika pesawat las yang digunakan las DCRP. Karakteristik elektroda nikel untuk mengelas besi cor dengan berbagai komposisi kimia didalam elektroda dapat disajikan pada tabel 3 [7],[8], Kuat arus yang digunakan pada pengelasan dengan menggunakan elektroda hydrogen rendah pada tabel 4 [7],[8].

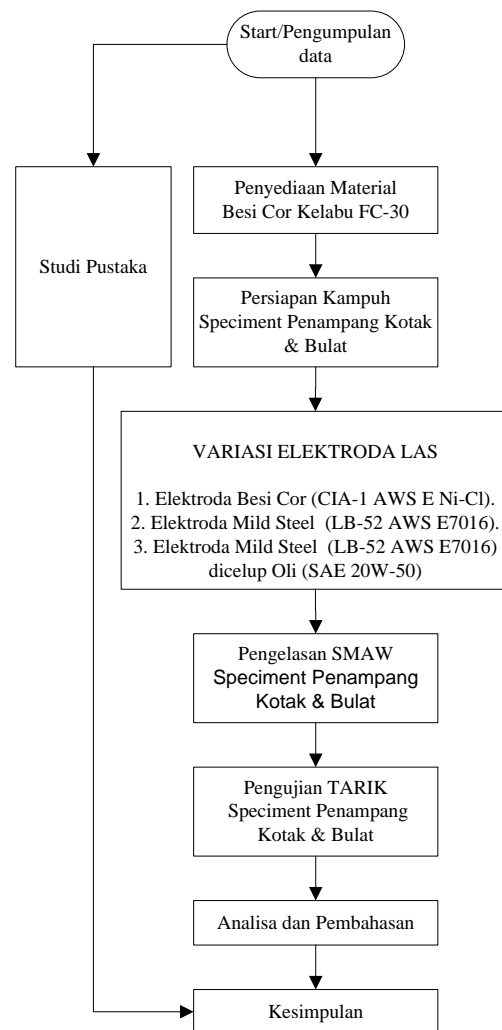
METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dapat dilakukan dengan teratur dan hasil penelitiannya bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen perbandingan, yaitu suatu cara untuk membandingkan antara dua speciment dengan dimensi penampang yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang terbaik alur penelitian disajikan dalam gambar 2.

Spesimen uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat besi cor kelabu FC- 30 (grade 3000), standar ASTM E8 & E8M pada gambar 3. Benda uji yang yang dibutuhkan ada 24 spesimen meliputi 6 spesimen untuk uji material dasar (*base metal*), 6 spesimen untuk pengelasan dengan elektroda besi cor, 6 spesimen untuk pengelasan dengan elektroda las *mild steel* tanpa dicelup oli, serta 6 spesimen untuk pengelasan dengan elektroda las *mild steel* yang dicelup oli yang keseluruhan spesimen diuji menggunakan pengujian tarik, masing-masing terdiri dari 3 buah specimen dimensi penampang kotak dan 3 buah spesimen dimensi penampang bulat.

Model sambungan pengelasan yang digunakan yaitu sambungan *butt joint* dengan kampuh V dilas dua sisi. Pengelasan yang dilakukan dengan variasi tiga buah elektroda las yaitu elektroda las besi cor (CIA-1 AWS E Ni-Cl), elektroda las *mild steel* (LB-52 AWS E7016) dan elektroda las *mild steel* (LB-52 AWS E7016)

dicelup oli (SAE 20W-50). Elektroda yang digunakan Ø3,2 mm dengan arus disesuaikan dengan masing-masing spesifikasi elektroda las untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Komposisi pada elektroda las *mild steel* LB-52 menurut AWS(*American Welding Society*) dinyatakan sebagai E 7016 adalah elektroda yang memiliki selaput elektroda berupa Kalium-Hydrogen rendah. Elektroda yang mempunyai kandungan hydrogen rendah sangat baik digunakan pada baja yang mengandung karbon kurang dari 1,5%. Sedangkan pada oli SAE 20W-50 memiliki kekentalan tertentu pada suhu tinggi (150°C) berfungsi mendinginkan daerah terkena panas HAZ (*Heat Affected Zone*) sehingga diperoleh sambungan material yang lebih kuat.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Bentuk Speciment Penampang Bulat dan Kotak

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Model mesin uji tarik yang digunakan adalah Universal Testing Machine (UTM) seperti pada gambar 4 dengan kemampuan tarik beban maksimum 100 kN.



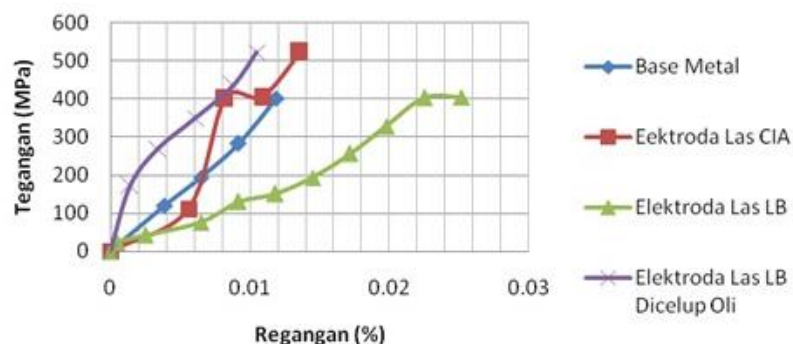
Gambar 4. Universal Testing Machine (UTM)

Prosedur penggunaan mesin/alat uji dan pembacaan hasil pengujian tarik sebagai berikut. Speciment uji dijepit pada mesin/alat uji tarik, setelah sebelumnya diketahui luas penampangnya dan panjang awalnya. Langkah pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

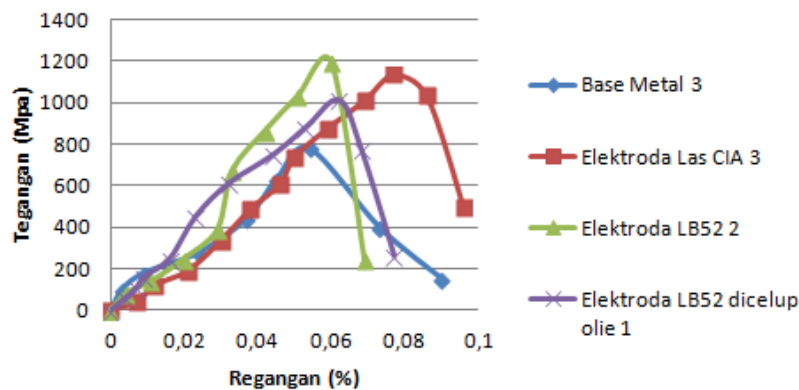
1. Siapkan spesiment uji tarik dan kelompokkan sesuai dengan variabel elektroda las.
2. Pasang spesiment uji tarik dengan cara memasukkan pada penjepit pada mesin UTM. Pasang satu persatu dan pastikan spesiment tepat pada posisi tengah penjepit.
3. Setting mesin UTM sesuai dengan ukuran spesiment kemudian posisikan tampilan *control panel* pada posisi nol.
4. Aktifkan motor pada mesin UTM, maka spesiment uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga motor diawali 0 kgf hingga benda putus pada beban maksimal yang dapat ditahan benda tersebut.
5. Speciment uji yang sudah putus lalu diukur dimensi penampang dan panjang spesiment uji setelah putus.
6. Tegangan maksimum ditandai dengan putusnya spesiment uji terdapat pada *dial gage/* jaminan pengukuran yang ditunjukkan pada monitor dan dicatat sebagai data.
7. Lakukan pengujian ini, untuk proses pengujian selanjutnya sampai spesiment semuanya diuji.
8. Langkah terakhir yang dilakukan menghitung beban maksimal, kekuatan luluh, perpanjangan, modulus elastisitas dan reduksi penampang dari data yang telah didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.

HASIL

Dari pengujian tarik yang dilakukan didapatkan grafik tegangan dan regangan pada masing-masing penggunaan elektroda dengan variasi speciment penampang kotak dan specimen penampang bulat yang telah ditentukan seperti pada gambar grafik 5 dan gambar grafik 6.



Gambar 5. Grafik Tegangan-Regangan Rata-Rata Variasi Elektroda Las Speciment Penampang Bulat



Gambar 6. Grafik Tegangan-Regangan Rata-Rata Variasi Elektroda Las *Speciment* Penampang Kotak

Tabel 5. Perbandingan Kekuatan Tarik Pada Setiap Variasi Penggunaan Elektroda Las

No	Sifat Tarikannya	Variasi Elektroda Las							
		Base Metal		CIA		LB-52		LB-52 dicelup olie	
		Sp.O	Sp.□	Sp.O	Sp.□	Sp.O	Sp.□	Sp.O	Sp.□
1	Teg. Tarik, σ_u (MPa)	401,315	781,004	523,103	1.134,002	403,802	1.193,033	521,689	1.014,024
2	Regangan, ϵ (%)	0,012	0,054	0,014	0,077	0,025	0,060	0,011	0,062
5	Modulus Elastisitas, E (GPa)	33.443	14.463	37.365	14.727	16.152	19.884	47.426	16.355
6	Gaya Tarik Max, F_u (kN)	19,263	15,545	25,109	22,572	19,383	23,746	25,041	20,183

Sp.O--Speciment Bulat

Sp.□--Speciment Kotak

Dari hasil data pengujian tersebut kemudian dibuat rata-rata dari setiap perlakuan pengelasan dengan variasi penggunaan elektroda las pada penampang *speciment* kotak dan penampang *specimen* bulat yang ditampilkan pada gambar 5 dan gambar 6 diatas. Dari data yang didapat melalui pengujian tarik, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik perlu ditinjau dari beberapa sifat-sifat tarikan lainnya terhadap material dalam menentukan elektroda las yang layak untuk digunakan. Dengan demikian setiap data yang didapatkan kemudian dilakukan penghitungan dengan persamaan yang digunakan dan dibandingkan nilai rata-rata dari masing-masing model *speciment*, sehingga didapatkan hasil perbandingan kekuatan tarik pada setiap variasi penggunaan elektroda las dan model *speciment* yang ditunjukkan pada tabel 5 diatas.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, semua jenis elektroda las yang digunakan memenuhi syarat pengelasan untuk *speciment* besi cor kelabu ditunjukan dengan hasil uji tarik berada diatas *speciment* dasarnya/ *base metal*, walaupun elektroda las CIA menunjukkan hasil yang paling baik. Hasil kekuatan tarik pada *speciment* dasar sebesar 781,004Mpa dengan *speciment* bentuk kotak. Kekuatan tarik paling tinggi terjadi pada pengelasan menggunakan elektroda las

LB-52 yaitu sebesar 1.193,033 Mpa penampang *speciment* kotak dan elektroda las CIA yang memiliki kekuatan tarik yang hampir sama yaitu sebesar 1.134,002 Mpa penampang *speciment* kotak. Sedangkan yang paling rendah adalah pengelasan menggunakan elektroda LB-52 yang tanpa dicelup oli dimana hampir sama dengan *speciment* dasarnya yaitu sebesar 403,802 Mpa penampang *speciment* bulat.

Hasil regangan maksimum ditunjukkan pada elektroda las CIA yaitu sebesar 0,077% penampang *speciment* kotak. Sedangkan untuk hasil regangan yang minimum ditunjukkan pada spesimen uji yang dilas menggunakan elektroda las LB-52 yang dicelup oli yaitu sebesar 0,011% penampang *speciment* bulat. Hasil dari pengujian ini disebabkan oli memiliki kekentalan tertentu pada suhu tinggi yang berfungsi sebagai pendinginan cepat daerah terkena panas HAZ (*Heat Affected Zone*). Dengan adanya perubahan suhu thermal itulah menyebabkan berubahnya struktur mikro material sehingga spesiment menjadi keras yang mana hasilnya ditunjukkan dengan modulus elastisitas yang tinggi adalah sebesar 47,426 GPa, berbeda dengan regangan dan reduksi penampang minimum.

KESIMPULAN

Dari eksperimen pengujian tarik yang memvariasikan model penampang *speciment* dengan luasan penampang yang sama, ini menunjukkan bahwa pengaruh model penampang *speciment* bulat dan kotak sangat signifikan meskipun secara teori luasannya sama hasilnya sangat berbeda yaitu yang terjadi pada base metal sebesar 401,315Mpa penampang *speciment* bulat dan 781,004Mpa penampang *speciment* kotak. Perlu kajian lebih lanjut untuk membahas tegangan geser yang terjadi pada kedua penampang sehingga didapatkan kajian yang lebih mendalam untuk mengetahui pengaruh model penampang *speciment* uji tarik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku penulis bersujud syukur kepada Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami sehingga jurnal ini bisa terwujud meskipun masih perlu perbaikan secara terus menerus, kemudian kami haturkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada KEMENRISTEKDIKTI dan LPPM Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas bantuan dana penelitian Rekayasa Elektroda *Mild Steel* (Lb-52) Dikelup Oli Sebagai Pengganti Alternatif Elektroda Besi Cor (Cia-1) Pada Pengelasan Besi Cor Kelabu Fc-30 Di Lihat Dari Segi Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan serta kepada teman-teman khususnya Aslab Teknik yang banyak membantu dalam proses pengambilan data pengujian pada penelitian ini.

REFERENSI

- [1] R. D. Salindeho, J. Soukota, R. Poeng, J. Teknik, M. Universitas, and S. Ratulangi, "Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material," pp. 1–11.
- [2] S. Phani and C. Reddy, "Modeling of Environmentally Assisted Fatigue Crack Growth Behavior," 2015.
- [3] L. Alloy, S. Steel, M. Products, A. U. Tensile, and C. A. Force, "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials 1," no. C, pp. 1–27, 2010.
- [4] J. William D. Callister, *Materials Science and Engineering*, 7th ed. John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [5] S. H. Mulyadi, "Analisa perbandingan Pengelasan Menggunakan Elektroda Besi Cor (Cia-1) Dengan Elektroda Mild Steel(Lb-52) Yang Dikelup Oli Terhadap Kekuatan Tarik Material Besi Cor Kelabu Fc-30," in *Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Mengembangkan Energi Terbarukan dan Memujudkan Smart City*, 2015, pp. 52–61.
- [6] J. William D. Callister, *Fundamentals of Materials Science and Engineering*. 2000.
- [7] T. Materials and I. Company, "The Materials Information Company."
- [8] "Cast iron electrodes for highest demands," in *UTP Maintenance*, UTP 86 FN., germany: voestalpine bohler welding, 1953.